

基于线阵 CCD 的指纹识别实验

褚 卉, 李海云, 郭超修, 李晓云, 尹亚玲

(华东师范大学 物理学系, 上海 200241)

摘 要: 利用线阵 CCD 实验系统, 分别对 2 个不同指纹图样的 3 处不同位置进行测量, 将得到的条纹图与指纹图进行比对, 发现两者在黑白条纹的分布上相似度很高. 因此利用线阵 CCD 实验仪对指纹进行光学测量, 可以识别指纹.

关键词: 指纹; 线阵 CCD; 识别

中图分类号: O436.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-4642(2015)10-0006-05

CCD 是一种特殊的半导体器件, 由大量矩阵式排列的感光单元组成. 虽然线阵 CCD 获取信息少, 不能处理复杂图形, 但是因其处理信息速度快, 后续处理电路简单, 易实现实时控制, 且价格低廉, 所以被广泛应用于产品表面的非接触检测、控制分类等方面^[1-2]. 基于线阵 CCD 的大学物理实验也有很多, 常见的有线阵 CCD 扫描成像实验^[3]、非接触测量物体尺寸实验^[4-5]、非接触测量物体的振动实验^[6]、利用线阵 CCD 进行条码扫描与识别实验^[7]和利用 CCD 成像技术的空气折射率的测量实验等^[8]. 本文根据线阵 CCD 的光学测量原理, 结合实际应用, 将线阵 CCD 实验系统进行应用拓展, 提出将线阵 CCD 用于人指纹识别的方案, 并在实验上进行了验证.

指纹具有普遍性、唯一性、永久性、可采集性和防伪性^[9-11]的特点, 因此它是一个重要的身份识别特征, 并成为了新一代身份证登记信息. 指纹识别技术也越来越受到人们关注. 指纹识别技术是指每个人手指的皮肤纹路在图案、断点和交叉点上各不相同, 把一个人同他的指纹对应起来, 通过比较指纹来验证身份的技术^[12-14].

实验中采用线阵 CCD 测量指纹在某一方向上的排列图像, 并将它与指纹图形比对, 寻找图像与指纹之间的联系, 确定测量指纹的方法. 这种测量方法完全不同于以前的识别方法, 可以节省在图像预处理、特征点提取等方面复杂的程序. 只需要建立数据库并且完善对比图像工作, 可以节省人力物力^[12-14].

1 实验原理

指纹采集的过程主要是根据指纹的嵴线(指纹图像中具有有一定宽度和走向的纹线, 呈黑色)与峪线(纹线之间的凹陷部分, 呈白色)的几何特性、物理特性等得到不同的反馈信号, 根据反馈信号的量值绘成指纹图像. 指纹识别技术主要是通过特定的数学算法来分析指纹特性, 以判定 2 个指纹的相似度^[9-14]. 从光学角度分析, 指纹是嵴线与峪线的特定空间分布. 若把指纹印在纸面或者玻璃平板上, 那么只有嵴线部分有痕迹, 峪线部分没有痕迹. 当用光照射指纹印时, 有痕迹的嵴线将挡住光, 其他部分可以透射光, 因此光的信息与指纹信息可以相对应. 根据该原理, 设计用线阵 CCD 对指纹进行相关的光学识别测量的方案, 基本原理如图 1 所示. 当 1 束均匀的平行光入射到线阵 CCD 上时, 线阵 CCD 探测到的光强信号分布为 1 条直线. 若将指纹印放入光路中, 指纹的 1 条嵴线纹路 A 被平行光照射后, 挡住光的传输, 而无嵴线纹路处, 光可以直接透过, 这时线阵 CCD 探测到的光强信号分布为如图 1 右侧所示的明暗分布, 其中暗场位置对应嵴线的位置, 暗场宽度对应嵴线的宽度, 明场位置对应峪线的位置, 明场宽度对应峪线的宽度, 因此通过该方法可以读出指纹信息. 透过指纹印的光通过成像物镜成像至 CCD 像敏面上, 线阵 CCD 的像敏单元阵列上形成如图 2(a) 所示的一维时序信号, 经过二值化处理电路后将输出如图 2(b) 所示的条形方波

收稿日期: 2015-08-10; 修改日期: 2015-09-22

资助项目: 华东师范大学教学设备研制项目 (No. 41000-562930-15203/010); 华东师范大学教学方法与手段改革项目 (No. 40400-511232-15104/056)

作者简介: 褚 卉 (1992-), 女, 青海西宁人, 华东师范大学物理学系物理专业 2011 级本科生.

指导教师: 尹亚玲 (1981-), 女, 江苏如皋人, 华东师范大学物理学系副教授, 博士, 从事物理实验教学工作.

脉冲信号,即图 1 右侧所示的理想光强分布. 尽管横轴是时间轴,但也是像元序号轴或空间位置轴,它包含有位置、宽度等信息^[7]. 图 1 中 L 为指纹到物镜的距离, L' 为物镜到 CCD 像敏面的距离, N_1 和 N_2 为 A 的边界信息.

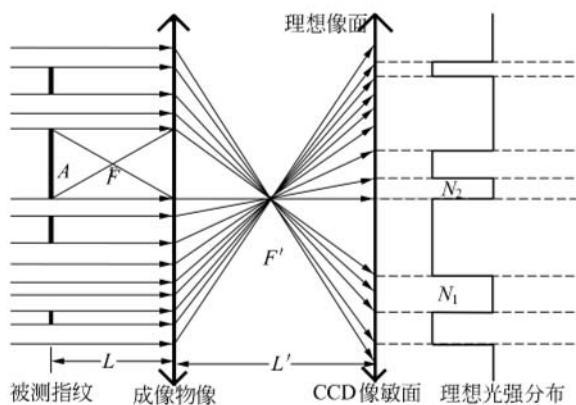
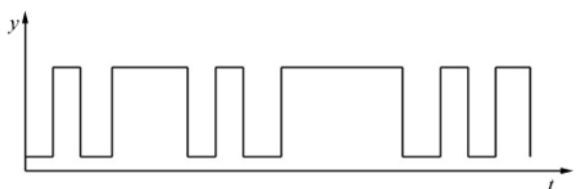


图 1 实验光路原理图



(a)一维时序信号



(b)二值化处理后的条形方波信号

图 2 指纹扫描输出波形图

每个指纹都是唯一的,每个指纹的每一部分也是唯一的,1 个指纹的某一部分的条形方波脉冲信号与这部分的指纹相吻合,即对应的位置、宽度等参量一致. 实验就是根据这些原理将指纹的信息转化为相应的条形码信息并存储,最后将条形码和指纹进行比对,观察条形码信息与指纹信息是否一致.

指纹测量的实验装置如图 3 所示,由白色 LED 远心照明光源发出的平行光入射到被测指纹上,透射的光被物镜和线阵 CCD 接收. 线阵

CCD 将指纹的相关信号输入到计算机,利用相应的实验软件对信号进行处理,最终以光强波形曲线和条形码的形式显示在计算机屏幕上. 通过纵向调整指纹,就可以获得指纹不同位置的信息. 实验中要保证远心照明光源中心、被测指纹、物镜和线阵 CCD 的中心在同一光轴. 本实验采用的线阵 CCD 相机的像元尺寸为 $11 \mu\text{m} \times 11 \mu\text{m}$,有效像元数为 2 700.

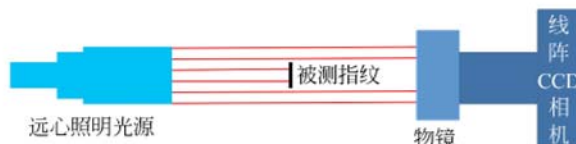


图 3 实验装置示意图

2 实验结果和分析

实验中利用线阵 CCD 实验仪、自制支架分别对 2 个不同指纹的 3 个不同位置进行测量,得到指纹的波形图及条形码信息图,将得到的条形码信息图形与指纹作比对,实现指纹识别. 实验中所选指纹图案是来自于网络的 2 个分布明显不同的常规指纹(如图 4 所示),将它们打印在常规 A4 纸上,并固定在光路中.



(a)



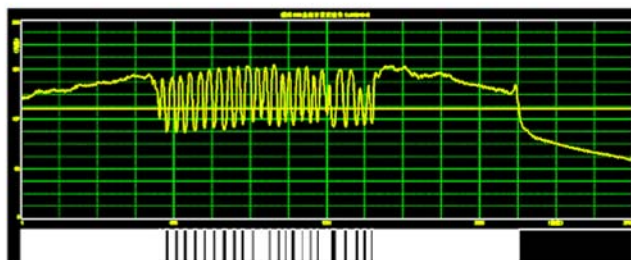
(b)

图 4 实验测量的 2 个指纹图像

2 个指纹的实验测量与比对结果如图 5 和 6 所示,图 5 (a),(c)和(e)为测量图 4(a)指纹 3 个

不同位置时,线阵 CCD 实验仪软件上显示的
光学信号采集图,图像上的波形为这部分指
纹相对应的光强,图像上的条形码是通过
对图像上的波形进行二值化处理得到的. 图
5(b),(d)和(f)为图

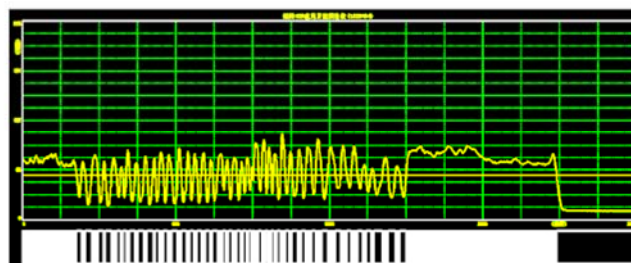
5(a),(c)和(e)中的条形码和图 4(a)的
被测指纹的比对. 按照同样的方法,图 4
(b)所示的被测指纹的 3 个不同位置处
的类似的测量和处理结果如图 6 所示.



(a)



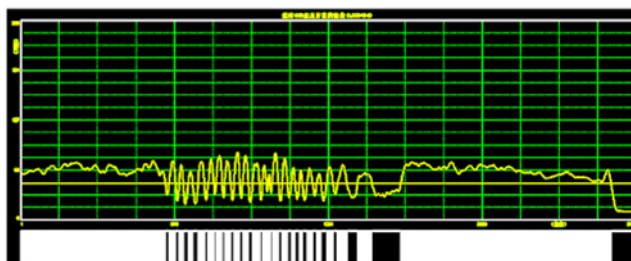
(b)



(c)



(d)

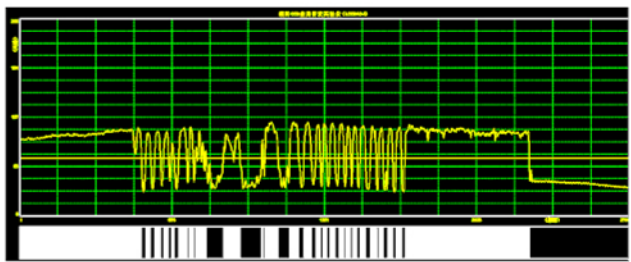


(e)



(f)

图 5 图 4(a)所示指纹的 3 个不同位置的实验测量及处理结果



(a)



(b)

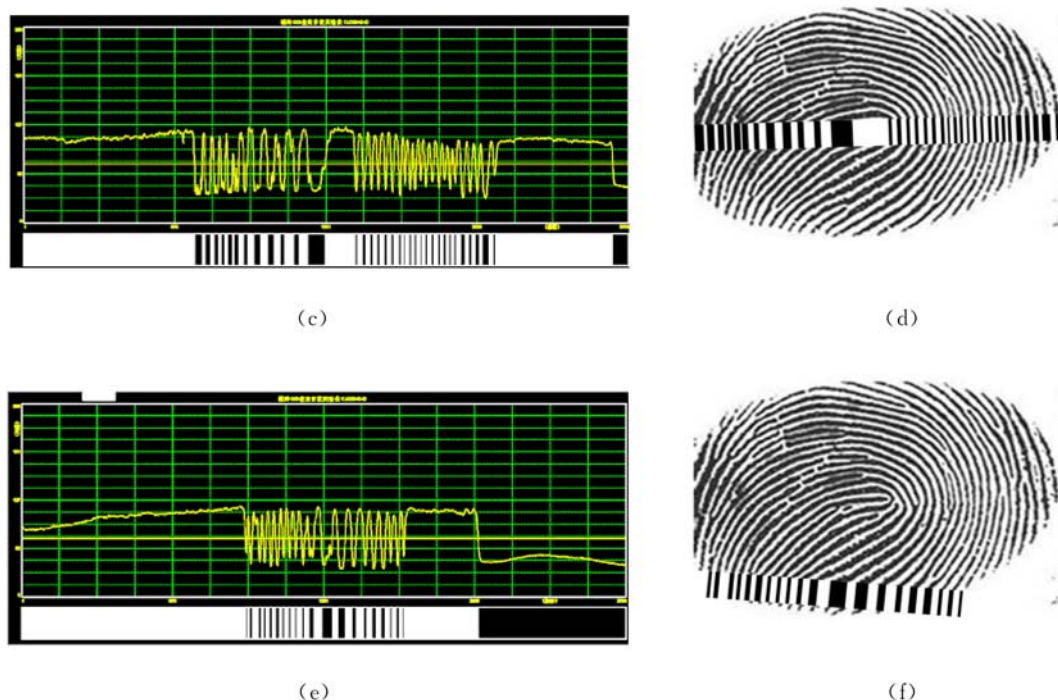


图 6 图 4(b)所示指纹的 3 个不同位置的实验测量及处理结果

通过对图 5 和 6 数据的分析可知,实验仪测出的条形码上的位置、宽度等参量与某一维图像上的被测指纹的位置、宽度等参量一致. 经过对同一指纹不同位置的 3 组实验比对,可知被测指纹与样本指纹为同一人的指纹. 另外图 5 和图 6 所示的 2 个指纹的 3 个不同位置的测量结果明显不同,表明 2 个指纹分布的明显差别,所以用该方法还可以很简易地识别出不同的指纹. 实验结果表明用线阵 CCD 实验仪对指纹通过光学测量,并且进行比对可以达到识别指纹的目的.

对实验结果进行分析,发现可以从以下 3 方面改进实验系统:

1) 载有指纹的纸片具有一定的厚度,从而减弱了物镜接收到的光强,而且纸张的厚度不均匀或者纸张不平整都会产生误差. 为了降低这些原因造成的实验测量误差,可以选择透明薄塑料片或者光学玻璃片作为指纹载体.

2) 实验时移动指纹,若不能达到精确的平移要求,指纹可能发生相对倾斜. 为了避免这一情况,可以定制透明的平移和旋转装置,从而降低比对条形码和指纹图像时产生误差.

3) 实验处理中,条形码与指纹的比对是人工进行的,精度不高,效率低下. 可以编写条形码和指纹图像对比软件,将指纹图像细细分割,并且将

分割的指纹和条形码对比,以达到指纹正确识别目的.

3 结束语

利用线阵 CCD 实验仪对打印的 2 个不同的指纹图案进行识别测量,每个指纹分别在 3 个不同的位置得到了不同的条码,将其与指纹进行比对. 由实验结果可以看出,不同指纹的不同位置扫描的条形码是完全不同的,但都与该处指纹嵴线与峪线的分布一一对应,因此该方案可以用于指纹识别测量. 本实验方案只需添置支架、指纹就能利用原有的线阵 CCD 实验仪进行指纹的光学测量,拓宽了线阵 CCD 实验仪的实验范围,在大学物理实验教学中便于实现,使学生认识到仪器的不同组装方式可以实现同一原理不同的使用功能,也培养了学生的创新思维和操作能力. 同时,在实验过程中使学生了解到指纹识别测量技术的发展与应用前景.

参考文献:

- [1] 张晓华,张认成,龚雪,等. CCD 的应用现状及其发展前景[J]. 仪器仪表用户,2005,12(5):7-9.
- [2] 刘征,彭小奇,丁剑,等. 国外 CCD 检测技术在工业中的应用与发展[J]. 工业仪表与自动化装置,2005(4):65-69.

- [3] 田小超,李忠科. 基于线阵 CCD 的二维轮廓扫描系统[J]. 电光与控制,2015,22(4):100-104.
- [4] 郭媛,王娜. 基于 CCD 的激光非接触式钢板测厚方法研究[J]. 仪表技术与传感器,2014(12):68-70.
- [5] 闫玺,张景超,李贺光,等. 基于激光透射法测量平板玻璃的厚度[J]. 物理实验,2012,32(5):1-5.
- [6] 秦鹏,蓝杨,王紫菲,等. 基于线阵 CCD 的简单测量[J]. 实验室科学,2011,14(3):113-114.
- [7] 杨飒,林竹君,齐龙,等. 线阵 CCD 对条形码的测量与识别实验[J]. 实验室科学,2011,14(6):110-112.
- [8] Yao Qinghua, Cao Miao. The dispersion coefficient of air refractive index measurement system based on CCD imaging technology [C]// 7th International Conference on Control and Automation, 2014:45-48.
- [9] 杨若冰. 指纹识别技术现状、应用与发展[J]. 中国安防,2007(8):37-41.
- [10] 尹义龙,宁新宝,张晓梅. 自动指纹识别技术的发展与应用[J]. 南京大学学报(自然科学),2002,38(1):29-35.
- [11] 刘小华,王燕生. 指纹识别技术的发展[J]. 光学技术,1998,4:78-80.
- [12] Mary Lourde R, Dushyant Khosla. Fingerprint identification in biometric security systems [J]. International Journal of Computer and Electrical Engineering, 2010,2(5):852-855.
- [13] Thompson M B, Tangen J M, McCarthy D J. Expertise in fingerprint identification [J]. Journal of Forensic Sciences, 2013,58(6):1519-1530.
- [14] Champod C. Fingerprint identification: advances since the 2009 National Research Council report [J]. Philosophical Transactions of the Royal society of London series B-Biological Sciences, 2015, 370:1-10.

Experimental research on fingerprint identification